

# MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU GIA CỐ VẬT LIỆU ĐẤT TẠI CHỖ BẰNG XI MĂNG TRO BAY LÀM MÓNG TRONG KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG TẠI TỈNH TÂY NINH

## SOME RESEARCH RESULTS ON REINFORCEMENT OF LOCAL SOIL MATERIALS BY FLY ASH CEMENT TO CONSTRUCT ROAD-BED IN TAY NINH PROVINCE

Nguyễn Mạnh Thủy \*, Vũ Đức Tuấn \*\*

\* Khoa Kỹ thuật Địa Chất & Dầu Khí, Đại học Bách Khoa Tp.Hồ Chí Minh, Việt Nam

\*\* Cty cổ phần tư vấn Xây dựng tổng hợp Tây Ninh, Việt Nam

### TÓM TẮT

Báo cáo trình bày một số kết quả nghiên cứu gia cố nguồn vật liệu đất tại chỗ bằng xi măng tro bay làm áo đường giao thông tại tỉnh Tây Ninh. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi gia cố bằng xi măng tro bay các giá trị đặc trưng cơ học của đất gia cố như cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ và mô đun đàn hồi tăng lên đáng kể, đáp ứng được yêu cầu về chất lượng vật liệu sử dụng làm kết cấu áo đường, thay thế cho kết cấu áo đường từ đá dăm và đất sỏi đỏ truyền thống.

### ABSTRACT

The paper presents some results of studying on the reinforcement of local soil materials by fly ash cement to construct road-bed in Tay Ninh province. The research results show that the specific values of mechanical properties of reinforced soil by fly ash cement, such as compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity, increase considerably. The reinforced materials satisfy requirements on quality of materials that are used to construct road-bed. The reinforced materials can be used to substitute traditional materials such as rocks and laterite gravel soils.

### 1. MỞ ĐẦU

Trong những năm qua, việc xây dựng cơ sở hạ tầng đặc biệt là giao thông đường bộ tại tỉnh Tây Ninh là một mục tiêu quan trọng nhằm nâng cao đời sống dân cư và khai thác tiềm năng kinh tế của địa phương. Tuy nhiên, các nguồn vật liệu truyền thống như đá và sỏi đỏ đạt chất lượng phục vụ cho xây dựng lớp móng trong kết cấu áo đường ô tô ngày càng khan hiếm, điều kiện khai thác ngày càng khó khăn. Vì thế, xu hướng cải tạo đất tại chỗ làm nền móng đường thay thế các vật liệu truyền thống đang được nghiên cứu và ứng dụng thí điểm [1, 3, 4]. Do đặc điểm của

điều kiện tự nhiên, trong phạm vi địa bàn tỉnh Tây Ninh, các lớp đất trên mặt chủ yếu là sét pha và cát pha, loại vật liệu thích hợp cho việc gia cố bằng chất kết dính vô cơ. Vì vậy, việc nghiên cứu cải tạo nguồn vật liệu đất tại chỗ bằng xi măng làm nền móng đường là việc làm có ý nghĩa quan trọng về mặt kinh tế – kỹ thuật, góp phần vào việc phát triển hệ thống giao thông đường bộ tại địa phương. Trong bài này, chúng tôi đề cập đến một số kết quả nghiên cứu gia cố đất tại chỗ bằng xi măng tro bay (fly ash) làm áo đường giao thông nông thôn tại khu vực tỉnh Tây Ninh.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### Vật liệu thí nghiệm

Các mẫu được chọn cho nghiên cứu này gồm 06 tổ hợp mẫu, ký hiệu từ SH 01 đến SH 06, chủ yếu là sét pha màu xám, xám vàng, trạng thái nửa cứng đến cứng, tính dẻo trung bình, được lấy ở độ sâu từ 0,5 đến 1,5m tại các khu vực có số lượng công trình giao thông lớn [2]. Các chỉ tiêu cơ lý đặc trưng và thành phần hóa của các mẫu này được trình bày trong các bảng 1 và 2.

### Chất kết dính vô cơ

Chất kết dính vô cơ được sử dụng trong nghiên cứu này là xi măng tro bay của công ty Holcim Việt Nam. Xi măng tro bay là hỗn hợp của xi măng Portland thông thường với chất phụ gia khoáng là tro bay (fly ash). Tro bay là một loại puzolan nhân tạo, phế thải mịn thu được từ việc đốt cháy than nghiền ở các nhà máy nhiệt

điện, thành phần chủ yếu là các oxit của silic, nhôm, sắt, can xi, magie và lưu huỳnh. Ngoài ra, còn có một lượng than chưa cháy, không vượt quá 6% khối lượng tro bay. Phụ gia tro bay có tác dụng làm giảm nhiệt thủy hóa, giảm phân tầng, giảm tính thấm nước, tăng độ bền của bê tông, đặc biệt trong môi trường bị ăn mòn. Đối với sét có tính dẻo cao sẽ làm giảm sự co ngót và nứt nẻ trong quá trình đông cứng. Tuy nhiên, tro bay cũng có thể làm chậm sự đông kết, cứng hóa của bê tông. Bảng 3 và 4 dưới đây là các chỉ tiêu của xi măng và tro bay dùng trong nghiên cứu (số liệu do nhà sản xuất xi măng Holcim Việt Nam cung cấp).

### Phương pháp thí nghiệm

Bước 1: Tiến hành xác định các chỉ tiêu cơ lý đặc trưng của mẫu đất như thành phần hạt, khối lượng thể tích, độ ẩm, các giới hạn Atterberg..., và thí nghiệm đầm nện tiêu chuẩn.

Bảng 1: Kết quả phân tích thành phần hóa

STT	Số hiệu mẫu	Thành phần hóa học (%)					
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MKN	Σ
1	SH 01	88,26	0,46	6,17	1,17	2,31	98,37
2	SH 02	87,66	0,51	7,13	1,51	2,54	99,35
3	SH 03	91,87	0,72	4,02	1,42	1,49	99,43
4	SH 04	89,00	0,50	5,91	0,80	2,23	98,44
5	SH 05	86,48	0,73	7,98	1,30	3,33	98,82
6	SH 06	84,64	0,61	8,51	2,41	3,39	99,56

Bảng 2: Các đặc trưng chỉ tiêu cơ lý của đất

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Số hiệu mẫu thí nghiệm					
			SH 01	SH 02	SH 03	SH 04	SH 05	SH 06
1	Hàm lượng hạt sạn	%	-	-	-	-	-	5,3
2	Hàm lượng hạt cát	%	66,9	62,5	69,1	65,2	45,4	51,7
3	Hàm lượng hạt bụi	%	11,5	12,4	15,4	15,6	24,9	14,5
4	Hàm lượng hạt sét	%	21,6	25,1	15,5	19,2	29,7	28,5
5	Khối lượng thể tích, $\gamma$	g/cm <sup>3</sup>	1,69	1,72	2,00	1,68	1,70	1,69
6	Độ ẩm tự nhiên, W	%	5,6	7,0	11,5	6,0	5,0	6,0
7	Hệ số rỗng, e		0,681	0,677	0,497	0,703	0,667	0,698
8	Chỉ số dẻo, I <sub>p</sub>	%	11	12	8	9	12	13
9	Độ ẩm tốt nhất, W <sub>opt</sub>	%	12,40	10,11	8,85	9,71	11,80	10,03
10	Khối lượng thể tích đất khô lớn nhất, $\gamma_{d, \max}$	g/cm <sup>3</sup>	2,035	1,945	2,088	1,983	1,983	1,945

Bảng 3: Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng và tro bay

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Xi măng Holcim	Tro bay (fly ash)
1	Độ mịn trên sàng 0,08mm	%	1,1	
2	Độ mịn trên sàng 0,045	%	6,57	18,76
3	Bề mặt riêng đơn vị	cm <sup>2</sup> /g	3820	
4	Lượng nước tiêu chuẩn	%	27,6	
5	Thời gian bắt đầu ninh kết	Phút	155	
6	Thời gian kết thúc ninh kết	Phút	185	
7	Cường độ nén, 3 ngày	MPa	39,4	
8	Cường độ nén, 7 ngày	MPa	47,9	
9	Cường độ nén, 28 ngày	MPa	54,0	

Bảng 4: Thành phần hóa học của xi măng và tro bay

STT	Vật liệu	Thành phần hóa học, %							
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1	Xi măng Holcim	18,67	4,56	2,94	62,72	1,76	2,32	0,54	-
2	Tro bay (fly ash)	41,00	23,10	11,20	6,30	3,20	-	0,61	0,98

Bước 2: Tiến hành đúc mẫu thí nghiệm ở độ ẩm tối ưu để xác định các chỉ tiêu cơ học của mẫu chưa gia cố như cường độ kháng nén  $R_n$ , độ bền ép chèn  $R_{ec}$ , mô đun đàn hồi  $E_{dh}$ , và CBR. Các kết quả thí nghiệm này sẽ là cơ sở để so sánh với các mẫu được gia cố.

Bước 3: Trộn mẫu đất cần gia cố với xi măng tro bay, hàm lượng xi măng tro bay được chọn lần lượt là 4, 6 và 8% so với khối lượng đất khô. Độ ẩm khi trộn được thực hiện ở độ ẩm tối ưu. Đầm nén theo phương pháp AASTO T180-90. Mẫu được bảo dưỡng và thí nghiệm ở các ngày tuổi 7, 14, 28 và 28 ngày sau khi ngâm nước 4 ngày. Các chỉ tiêu thí nghiệm giống như mẫu chưa gia cố. Ngoài ra, còn tiến hành thí nghiệm bão hòa – sấy khô theo TCN 59 – 84 với 5 chu kỳ và 12 chu kỳ để xác định độ ổn định đối với nước và nhiệt.

#### *Kết quả thí nghiệm*

Kết quả thí nghiệm thể hiện trong các bảng 5 ÷ 8 cho thấy ứng với mỗi loại đất khi hàm lượng xi măng tro bay tăng thì cường độ kháng nén, cường độ ép chèn và mô đun đàn hồi của đất đều tăng.

Đối với mẫu SH 03, trong khoảng giai đoạn

đầu, ứng với thời gian từ bảo dưỡng từ 0 đến 7 ngày các đặc trưng cơ học của mẫu gia cố xi măng tro bay gia tăng rất nhanh so với mẫu chưa gia cố: cường độ chịu nén tăng từ 40,6 – 186,5%; cường độ ép chèn tăng từ 50,4 – 260%; mô đun đàn hồi tăng từ 52,2 – 129,4%, tùy thuộc vào hàm lượng xi măng tro bay. Hàm lượng xi măng tro bay càng tăng thì các giá trị đặc trưng cơ học càng tăng. Trong các khoảng thời gian từ 7 đến 14 ngày và từ 14 đến 28 ngày, các giá trị đặc trưng cơ học của đất cũng tăng, tuy nhiên, tốc độ tăng chậm dần, dao động trong khoảng trên dưới 10%. Ứng với hàm lượng xi măng tro bay là 8% tại thời điểm bảo dưỡng 28 ngày, cường độ chịu nén tăng 3,2 lần, cường độ ép chèn tăng 4,7 lần và mô đun biến dạng tăng 2,5 lần so với mẫu chưa gia cố. Ngoài ra, các kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng sét trong đất cũng ảnh hưởng đến sự gia tăng các giá trị đặc trưng của đất được gia cố, hàm lượng sét trong đất càng cao thì các giá trị đặc trưng cơ học của mẫu gia cố càng giảm.

Để đánh giá ảnh hưởng của nước đến độ bền của đất gia cố, các mẫu sau khi bảo dưỡng 28 ngày được tiếp tục ngâm bão hòa trong nước với thời gian 4 ngày, sau đó tiến hành thí nghiệm các chỉ tiêu cơ học. Các kết quả thí nghiệm cho

thấy các giá trị cường độ chịu nén, độ bền ép chẻ và mô đun đàn hồi của đất gia cố đều giảm nhưng không lớn, khoảng trên dưới 10% so với mẫu được bảo dưỡng 28 ngày. Đối với mẫu gia cố 4% xi măng tro bay (SH 03), sau khi bảo dưỡng 28 ngày và ngâm bão hòa nước 4 ngày cường độ chịu nén giảm 10,46%, độ bền ép chẻ giảm 10% và mô đun biến dạng giảm 10,5% so với mẫu bảo dưỡng 28 ngày, trong khi đó, với mẫu gia cố 8% xi măng tro bay cường độ chịu nén giảm 10%, độ bền ép chẻ giảm 10,6% và mô đun biến dạng giảm 7,4%.

Đối với mẫu SH 05 các thí nghiệm cũng cho

kết quả tương tự.

Để đánh giá ảnh hưởng bất lợi của thời tiết đến độ bền của đất gia cố, các mẫu sau khi bảo dưỡng 28 ngày đem ngâm bão hòa – sấy khô 5 và 12 chu kỳ để xác định độ tổn thất khối lượng, độ hút nước và cường độ kháng nén của mẫu đất gia cố. Kết quả thí nghiệm cho thấy trong điều kiện sấy khô – bão hòa 5 chu kỳ và 12 chu kỳ các kết quả chênh lệch không lớn, độ tổn thất khối lượng rất thấp, khoảng 0,61 đến 0,65%, độ hút nước 0,87 – 1,03% và cường độ chịu nén giảm khoảng 12,6 đến 16,3% (bảng 8).

Bảng 5: Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi của đất gia cố

Số hiệu mẫu	Tổ hợp mẫu gia cố	Mô đun đàn hồi (kG/cm <sup>2</sup> ) ứng với cấp áp lực nén 3 kG/cm <sup>2</sup> sau thời gian bảo dưỡng			
		7 ngày	14 ngày	28 ngày	28 (4n)*
SH03	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	8077	8773	9338	8354
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	9267	9993	10610	9530
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	12175	12712	13317	12330
	Mẫu chưa gia cố	<b>5307</b>			
SH 05	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	6666	7804	8666	7754
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	8217	9284	9876	9010
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	10134	11738	12321	11056
	Mẫu chưa gia cố	<b>4547</b>			

Ghi chú: 28 (4n)\* – Mẫu được thí nghiệm sau khi bảo dưỡng 28 ngày và ngâm 4 ngày.

Bảng 6: Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của đất gia cố

Số hiệu mẫu	Tổ hợp mẫu gia cố	Cường độ chịu nén (kG/cm <sup>2</sup> ) sau thời gian bảo dưỡng			
		7 ngày	14 ngày	28 ngày	28 (4n)*
SH 03	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	33,02	39,36	42,54	38,09
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	49,52	57,14	60,95	55,24
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	67,30	74,28	76,19	68,57
	Mẫu chưa gia cố	<b>23,49</b>			
SH 05	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	27,30	31,75	34,29	30,48
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	34,92	45,08	48,25	43,49
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	59,68	64,76	71,11	64,13
	Mẫu chưa gia cố	<b>20,95</b>			

Ghi chú: 28 (4n)\* – Mẫu được thí nghiệm sau khi bảo dưỡng 28 ngày và ngâm 4 ngày.

Bảng 7: Kết quả thí nghiệm cường độ ép chẻ của đất gia cố

Số hiệu mẫu	Tổ hợp mẫu gia cố	Cường độ ép chẻ (kG/cm <sup>2</sup> ) sau thời gian bảo dưỡng			
		7 ngày	14 ngày	28 ngày	28 (4n)*
SH 03	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	3,76	4,81	5,01	4,51
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	6,76	7,91	8,97	8,01
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	9,01	11,00	11,77	10,52
	Mẫu chưa gia cố	<b>2,50</b>			
SH 05	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	3,00	4,01	4,93	4,26
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	4,51	6,51	7,76	7,01
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	7,01	8,51	9,76	8,76
	Mẫu chưa gia cố	<b>2,25</b>			

*Ghi chú: 28 (4n)\* – Mẫu được thí nghiệm sau khi bảo dưỡng 28 ngày và ngâm 4 ngày.*

Bảng 8: Kết quả thí nghiệm mẫu đất gia cố ứng với 5 và 12 chu kỳ bão hòa – sấy khô

Số chu kỳ TN	Tổ hợp mẫu gia cố	Độ tổn thất khối lượng (%)	Độ hút nước (%)	Cường độ nén (kG/cm <sup>2</sup> )
5	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	0,64	1,01	29,15
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	0,62	0,92	42,18
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	0,60	0,87	62,11
12	Mẫu gia cố 4% xi măng tro bay	0,65	1,03	28,69
	Mẫu gia cố 6% xi măng tro bay	0,63	0,94	41,33
	Mẫu gia cố 8% xi măng tro bay	0,61	0,89	60,46

### 3. KẾT LUẬN

- Kết quả thí nghiệm cho thấy khi gia cố nguồn vật liệu đất tại chỗ bằng xi măng tro bay các giá trị đặc trưng cơ học của đất gia cố (cường độ chịu nén, độ bền ép chẻ và mô đun đàn hồi) đạt cao, tăng tỷ lệ thuận với hàm lượng xi măng tro bay.
- Trong điều kiện ngâm bão hòa các giá trị đặc trưng cơ học của đất gia cố đều giảm nhưng không lớn, và các giá trị đạt được vẫn rất cao.
- Kết quả thí nghiệm trong điều kiện ngâm bão hòa – sấy khô 5 chu kỳ và 12 chu kỳ cho thấy các yếu tố bất lợi của thời tiết ảnh hưởng không đáng kể đến độ bền của đất gia cố.

- Nguồn đất tại chỗ ở Tây Ninh khi gia cố với xi măng tro bay đáp ứng được yêu cầu về chất lượng vật liệu sử dụng làm kết cấu áo đường [5], thay thế cho kết cấu áo đường từ đá dăm và đất sỏi đỏ truyền thống.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bùi Đức Tân và nnk., Các giải pháp công nghệ phát triển giao thông vận tải đồng bằng Sông Cửu Long, Đề tài khoa học cấp Nhà nước, mã số KHCN 10 – 08, Phân Viện KHCN GTVT phía Nam thực hiện (1998).
- Vũ Đức Tuấn, Nghiên cứu gia cố nguồn vật liệu đất tại chỗ làm áo đường tỉnh lộ và đường giao thông nông thôn tỉnh Tây Ninh, Luận văn Thạc sỹ, Khoa Kỹ thuật Địa chất

và Dầu khí, Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh (2005).

3. Báo cáo kỹ thuật, Nghiên cứu sử dụng vôi gia cố đất huyện Bến Cầu, tỉnh Tây Ninh, Phòng thí nghiệm trọng điểm đường bộ III (2002).
4. Báo cáo kỹ thuật, Giải pháp mới dùng đất tại chỗ gia cố vôi thay cho kết cấu áo đường truyền thống vào khu chế xuất Linh Trung III, huyện Trảng Bàng, tỉnh Tây Ninh, Phòng thí nghiệm trọng điểm đường bộ III (2005)
5. Quy trình thiết kế áo đường mềm, 22 TCN 211 – 93, Bộ Giao thông vận tải.